

520.41109X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): MATSUMOTO, et al.

Serial No.: Not yet assigned

Filed: January 23, 2002

Title: METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING A SEMI-
CONDUCTOR DEVICE

Group: Not yet assigned



LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

January 23, 2002

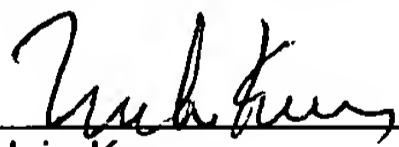
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2001-017887, filed January 26, 2001.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

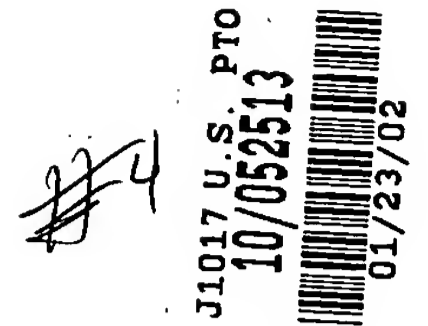
ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月26日

出 願 番 号

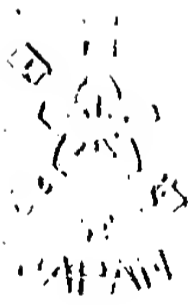
Application Number:

特願2001-017887

出 願 人

Applicant(s):

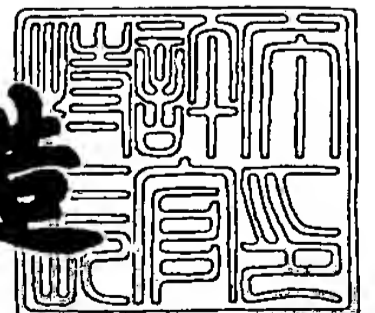
株式会社日立製作所



2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3109972

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P0961

【提出日】 平成13年 1月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 松本 俊一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 吉武 康裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市上水本町五丁目 2 0 番 1 号 株式会社日立
製作所 半導体グループ内

【氏名】 宮本 佳幸

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体デバイスの製造方法およびそのシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被露光基板上の第 1 層に第 1 の露光装置を用いて露光フィールドで露光する第 1 層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第 2 層に第 2 の露光装置を用いて露光フィールドで前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法において、

予め、前記第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出過程と、過去、第 2 の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 の露光装置における基準露光フィールドに対する第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出過程と、該第 1 の露光条件補正値算出過程で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 の露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出過程とを有し、

該第 2 の露光条件補正値算出過程で算出された第 2 の露光条件補正値を用いて、前記第 2 層露光工程における第 2 の露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項 2】

被露光基板上の第 1 層に第 1 のマスクを有する露光装置を用いて露光フィールドで露光する第 1 層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第 2 層に第 2 のマスクを有する露光装置を用いて露光フィールドで前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法において、

予め、前記第 1 および第 2 のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 のマスクによる露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 のマスクによる露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 のマスクによる露光歪みと第 2 のマスクによる露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 のマスクによる露光歪みと第 2 のマスクによる露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出過程と、過去、第 2 のマスクを有する露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第 2 のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 のマスクを有する露光装置における基準露光フィールドに対する第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出過程と、該第 1 の露光条件補正値算出過程で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 のマスクを有する露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出過程とを有し、

該第 2 の露光条件補正値算出過程で算出された第 2 の露光条件補正値を用いて、前記第 2 層露光工程における第 2 のマスクを有する露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項 3】

被露光基板上の第 1 層に第 1 のマスクを有する第 1 の露光装置を用いて露光フィールドで露光する第 1 層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第 2 層に第

2 のマスクを有する第 2 の露光装置を用いて露光フィールドで前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法において、

予め、前記第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ並びに前記第 1 および第 2 のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基いて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出過程と、過去、第 2 の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 の露光装置における基準露光フィールドに対する第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出過程と、該第 1 の露光条件補正値算出過程で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 の露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出過程とを有し、

該第 2 の露光条件補正値算出過程で算出された第 2 の露光条件補正値を用いて、前記第 2 層露光工程における第 2 のマスクを有する第 2 の露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 層露光工程において、前記合わせ測定結果取得過程により取得された露光フィールドにおける合わせ測定結果を、前記修正値算出過程で算出される修正値で修正してデバイスエリアでの合わせ評価値を算出し、該算出された合わせ評価値を、前記第 1 層と第 2 層との間の合わせ規格値と比較してデバイスエリア

での第1層に対する第2層の合わせ精度の良否判定を行う判定過程を有することを特徴とする請求項1、2または3記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項5】

被露光基板上の第1層に露光フィールドで露光する第1の露光装置と、その後、前記被露光基板上の第2層に露光フィールドで前記第1層に重ね合わせ露光する第2の露光装置とを備えた半導体デバイスの製造システムにおいて、

予め、前記第1および第2の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ、並びに露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データを格納する記憶手段と、

該記憶手段に格納された第1および第2の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータから、前記記憶手段に格納された露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第1および第2の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第1および第2の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第1の露光装置による露光歪みと第2の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第1の露光装置による露光歪みと第2の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出手段と、

過去、第2の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第2の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定装置と、

該合わせ測定装置により取得された第2の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第2の露光装置における基準露光フィールドに対する第1の露光条件補正値を算出する第1の露光条件補正値算出手段と、

該第1の露光条件補正値算出手段で算出された第1の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第2の露光装置によるデバイスエリアでの第2の露光条件補正値を算出する第2の露光条件補正値算出手段とを備え、

該第2の露光条件補正値算出手段で算出された第2の露光条件補正値を第2の

露光装置にフィードバックして第2の露光装置において重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造システム。

【請求項6】

被露光基板上の第1層に露光フィールドで露光する第1のマスクを有する露光装置と、その後、前記被露光基板上の第2層に露光フィールドで前記第1層に重ね合わせ露光する第2のマスクを有する露光装置とを備えた半導体デバイスの製造システムにおいて、

予め、前記第1および第2のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータ、並びに露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データを格納する記憶手段と、

該記憶手段に格納された第1および第2のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、前記記憶手段に格納された露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第1および第2のマスクによる露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第1および第2のマスクによる露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第1のマスクによる露光歪みと第2のマスクによる露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第1のマスクによる露光歪みと第2のマスクによる露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出手段と、

過去、第2のマスクを有する露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第2のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定装置と、

該合わせ測定装置により取得された第2のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第2のマスクを有する露光装置における基準露光フィールドに対する第1の露光条件補正値を算出する第1の露光条件補正値算出手段と、

該第1の露光条件補正値算出手段で算出された第1の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第2のマスクを有する露光装置によるデバイスエリアでの第2の露光条件補正値を算出する第2の露光条件補正

値算出手段とを備え、

該第 2 の露光条件補正值算出手段で算出された第 2 の露光条件補正值を第 2 のマスクを有する露光装置にフィードバックして第 2 のマスクを有する露光装置において重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造システム。

【請求項 7】

被露光基板上の第 1 層に露光フィールドで露光する第 1 のマスクを有する第 1 の露光装置と、その後、前記被露光基板上の第 2 層に露光フィールドで前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 のマスクを有する第 2 の露光装置とを備えた半導体デバイスの製造システムにおいて、

予め、前記第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ並びに前記第 1 および第 2 のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータと、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データとを格納する記憶手段と、

該記憶手段に格納された第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ並びに前記第 1 および第 2 のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、前記記憶手段に格納された露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出手段と、

過去、第 2 の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定装置と、

該合わせ測定装置により取得された第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 の露光装置における基準露光フィールドに対す

る第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出手段と、

該第 1 の露光条件補正値算出手段で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 の露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出手段とを備え、

該第 2 の露光条件補正値算出手段で算出された第 2 の露光条件補正値を第 2 のマスクを有する第 2 の露光装置にフィードバックして第 2 のマスクを有する第 2 の露光装置において重ね合わせ露光を実行することを特徴とする半導体デバイスの製造システム。

【請求項 8】

前記合わせ測定装置により取得された露光フィールドにおける合わせ測定結果を、前記修正値算出手段で算出される修正値で修正してデバイスエリアでの合わせ評価値を算出し、該算出された合わせ評価値を、前記第 1 層と第 2 層との間の合わせ規格値と比較してデバイスエリアでの第 1 層に対する第 2 層の合わせ精度の良否判定を行う判定手段とを備えたことを特徴とする請求項 5、6 または 7 記載の半導体デバイスの製造システム。

【請求項 9】

前記判定手段で判定されたデバイスエリアでの第 1 層に対する第 2 層の合わせ精度の良否判定結果を出力する出力手段を有することを特徴とする請求項 8 記載の半導体デバイスの製造システム。

【請求項 10】

前記修正値算出手段を、前記第 1 および第 2 の露光装置をネットワークで接続するホストコンピュータで構成することを特徴とする請求項 5、6 または 7 記載の半導体デバイスの製造システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイスの製造方法、およびそのシステムに関し、特に露光工程において、基板上の異なる層に対して異なる露光装置を用いてミックス・ア

ンド・マッチ露光を行う場合の、合わせ精度を向上するための技術に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年の半導体デバイスの高集積化、高機能化に伴い、これを実現するためのプロセスには更なる高精度化が求められている。その一方、半導体デバイスの製造コストの低減も重要な課題となっている。

【 0 0 0 3 】

半導体デバイスの製造では、露光用マスク（以下、マスクと省略）に形成されたパターンを、フォトレジストが塗布された半導体ウエハ（以下、ウエハと省略）上に、投影露光装置を用いて転写することにより、半導体デバイスの回路パターンが形成される。半導体デバイスは複数層の回路パターンにより構成され、ある層の回路パターンは、それより下層の回路パターンに位置合わせ（アライメント）して露光を行う、重ね合わせ露光が行われる。

【 0 0 0 4 】

半導体デバイスの生産ラインには、通常、複数の露光装置が設置されるが、これらには各機毎の精度に個体差（機差）が存在する。このため、複数の露光装置間で重ね合わせ露光を行う、ミックス・アンド・マッチ露光を行った場合、露光装置精度の個体差（機差）が半導体デバイス製品上で誤差となって現れる、いわゆるマッチング誤差が生じる。

【 0 0 0 5 】

マッチング誤差を回避するために、半導体デバイスの最初の工程で用いたものと同一の露光装置を以降の工程にも続けて使用する、いわゆる号機限定の運用が行われることもあるが、この場合、露光装置の運用効率が低下し、生産コスト増加の要因となってしまう。

【 0 0 0 6 】

ミックス・アンド・マッチ露光は、マッチング誤差が許容される範囲での適用に限られるが、コスト低減の観点からその適用範囲の拡大の要求は強い。このため、ミックス・アンド・マッチ露光時のマッチング誤差の補正は重要な技術とな

る。

【 0 0 0 7 】

例えば、特開平 7 - 2 1 1 6 2 7 号公報においては、各露光装置のレンズ収差曲線を近似関数に近似して、それらの差分から補正係数を算出して露光条件の補正を行う重ね合わせ露光の最適化方法が開示されている。また、特開平 9 - 8 2 6 0 7 号公報においては、各露光装置の号機ごとの投影レンズのディストーションデータを用いて、露光時のアライメント計測結果を補正して、投影倍率および投影像の回転を調整する露光方法が開示されている。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術は、何れも、露光装置の露光フィールド全域を対象に補正を行うことを前提としているものである。

【 0 0 0 9 】

ところが、半導体デバイスの高集積化、高機能化に伴い、多数の露光装置を設置すべく膨大な設備投資をすることなく、ミックス・アンド・マッチ露光をしようとしたとき、露光フィールド全域に亘ってマッチング誤差を許容範囲内に抑えることが難しくなっている。

【 0 0 1 0 】

一方、半導体デバイス製品において重要なのは、露光フィールドよりも狭いデバイスエリアでの重ね合わせ精度である。この点について、上記従来技術においては、考慮されていない。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、半導体デバイスが高集積化、高機能化になったとしても、ミックス・アンド・マッチ露光時に、デバイスエリアでの合わせ精度を向上させて、半導体デバイスの生産性向上、ならびに歩留向上を図ることができる半導体デバイスの製造方法およびそのシステムを提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明における半導体デバイスの製造方法およびそのシステムは、ミックス・アンド・マッチ露光で露光装置のフィールド歪みを補正するのに際して、製品ごとあるいは露光工程ごとに異なる露光フィールドよりも狭いデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置のデータと、ミックス・アンド・マッチ露光で用いる露光装置の露光フィールド歪みのデータとから、デバイスエリアでの露光歪みと合わせ測定マークの位置での露光歪みとをそれぞれ算出し、さらにこの両者を関連付ける修正値を算出し、この修正値により合わせ測定結果から算出された露光条件補正値を修正して露光を実施するものである。これにより、重ね合わせ測定結果を元にデバイスエリアでのマッチング誤差補正を最適にすることが可能となる。

【 0 0 1 3 】

即ち、本発明は、被露光基板上の第1層に第1の露光装置を用いて露光フィールドで露光する第1層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第2層に第2の露光装置を用いて露光フィールドで前記第1層に重ね合わせ露光する第2層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法およびそのシステムにおいて、予め、前記第1および第2の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第1および第2の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第1および第2の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第1の露光装置による露光歪みと第2の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第1の露光装置による露光歪みと第2の露光装置による露光歪みとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出過程と、過去、第2の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第2の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第2の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第2の露光装置における基準露光フィールドに対する第1の露光条件補正値を算出する第1の露光条件補正値算出過程と、該第1

の露光条件補正值算出過程で算出された第1の露光条件補正值を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第2の露光装置によるデバイスエリアでの第2の露光条件補正值を算出する第2の露光条件補正值算出過程とを有し、該第2の露光条件補正值算出過程で算出された第2の露光条件補正值を用いて、前記第2層露光工程における第2の露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする。

【0014】

また、重ね合わせ露光で用いるマスクの製造誤差に関しても、上記と同様の考え方で補正を行うことが可能である。すなわち、本発明における半導体デバイスの製造方法およびそのシステムは、製品ごとあるいは工程ごとに異なる露光フィールドよりも狭いデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マーク位置のデータと、重ね合わせ露光で用いるマスクのデバイスエリア内での回路パターンの位置誤差と合わせ測定マークの位置誤差のデータとから、デバイスエリアでの露光歪みと合わせ測定マーク位置での露光歪みとをそれぞれ算出し、さらにこの両者を関連付ける修正値を算出し、この修正値により合わせ測定結果から算出された露光条件補正值を修正して、露光を実施するものである。

【0015】

即ち、本発明は、被露光基板上の第1層に第1のマスクを有する露光装置を用いて露光フィールドで露光する第1層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第2層に第2のマスクを有する露光装置を用いて露光フィールドで前記第1層に重ね合わせ露光する第2層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法およびシステムにおいて、予め、前記第1および第2のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基いて、前記デバイスエリアでの前記第1および第2のマスクによる露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第1および第2のマスクによる露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第1のマスクによる露光歪みと第2のマスクによる露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第1のマスクによる露光歪みと第2のマスクによる露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を

算出する修正値算出過程と、過去、第2のマスクを有する露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第2のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第2のマスクを有する露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第2のマスクを有する露光装置における基準露光フィールドに対する第1の露光条件補正値を算出する第1の露光条件補正値算出過程と、該第1の露光条件補正値算出過程で算出された第1の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第2のマスクを有する露光装置によるデバイスエリアでの第2の露光条件補正値を算出する第2の露光条件補正値算出過程とを有し、該第2の露光条件補正値算出過程で算出された第2の露光条件補正値を用いて、前記第2層露光工程における第2のマスクを有する露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、ミックス・アンド・マッチ露光時に、露光装置のフィールド歪みデータとマスクの製造誤差の両方を補正することで、マッチング誤差の更なる低減を図ることが可能となる。すなわち、本発明における半導体デバイスの製造方法およびそのシステムは、製品ごとあるいは工程ごとに異なるデバイスエリアおよび合わせ測定マーク位置のデータと、ミックス・アンド・マッチ露光で用いる露光装置の露光フィールド歪みのデータと、重ね合わせ露光に用いるマスクのデバイスエリア内での回路パターンの位置誤差と合わせ測定マークの位置誤差のデータとから、デバイスエリアでの露光歪みと合わせ測定マーク位置での露光歪みとをそれぞれ算出し、さらにこの両者を関連付ける修正値を算出し、この修正値により合わせ測定結果から算出された露光条件補正値を修正して、露光を実施するものである。

【 0 0 1 7 】

即ち、本発明は、被露光基板上の第1層に第1のマスクを有する第1の露光装置を用いて露光フィールドで露光する第1層露光工程と、その後、前記被露光基板上の第2層に第2のマスクを有する第2の露光装置を用いて露光フィールドで

前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 層露光工程とを有する半導体デバイスの製造方法およびそのシステムにおいて、予め、前記第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ並びに前記第 1 および第 2 のマスク上の露光フィールドにおける位置誤差のデータから、露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出過程と、過去、第 2 の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定結果取得過程と、該合わせ測定結果取得過程により取得された第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 の露光装置における基準露光フィールドに対する第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出過程と、該第 1 の露光条件補正値算出過程で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 の露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出過程とを有し、該第 2 の露光条件補正値算出過程で算出された第 2 の露光条件補正値を用いて、前記第 2 層露光工程における第 2 のマスクを有する第 2 の露光装置による重ね合わせ露光を実行することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、本発明における半導体デバイスの製造方法およびそのシステムは、合わせ精度の評価を、合わせ測定マークにより合わせ測定マーク位置で行った測定結果を、先に述べた修正値で修正した合わせ評価値によって行うものである。これにより、合わせ測定マークによる測定結果からデバイスエリアでの重ね合わせ精度を推定することが可能となり、より妥当な合わせ精度の評価を行うことが可能

となる。

【 0 0 1 9 】

即ち、本発明は、前記半導体デバイスの製造方法の第2層露光工程において、前記合わせ測定結果取得過程により取得された露光フィールドにおける合わせ測定結果を、前記修正値算出過程で算出される修正値で修正してデバイスエリアでの合わせ評価値を算出し、該算出された合わせ評価値を、前記第1層と第2層との間の合わせ規格値と比較してデバイスエリアでの第1層に対する第2層の合わせ精度の良否判定を行う判定過程を有することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の半導体デバイスの製造システムは、ミックス・アンド・マッチ露光を行う際に露光装置のフィールド歪みを補正を行うために、半導体デバイスの、各露光層のデバイスエリアならびに合わせ測定マーク位置のデータを保持する記憶手段と、半導体デバイスの各露光層の露光来歴を保持する記憶手段と、露光装置のフィールド歪みデータを保持する記憶手段と、合わせ測定装置の測定結果を保持する記憶手段とを持ち、半導体デバイスのある一つの露光層の露光を行う際に、当該露光層のデバイスエリアおよび合わせ測定マーク位置のデータを検索する手段と、当該露光層で用いる露光装置ならびに前露光層の露光で用いた露光装置の、露光フィールド歪みデータを検索する手段を持ち、前記検索された、デバイスエリアのデータならびに合わせ測定マーク位置のデータと、当該露光層で用いる露光装置ならびに前露光層の露光の露光フィールドの歪みデータから、当該露光層と前露光層のデバイスエリアでの露光歪みならびに合わせ測定マーク位置での露光歪みを算出する手段と、前記算出された、デバイスエリアでの露光歪みの当該露光層と前露光層の差、ならびに合わせ測定マーク位置での露光歪みの当該露光層と前露光層の差を算出して、両者を関連付ける修正値を算出する手段とを持ち、当該露光層と前露光層の合わせ測定結果を検索する手段と、前記検索された合わせ測定結果から当該露光層の第1の露光条件補正値を算出する手段と、前記算出された第1の露光条件補正値を前記修正値で修正して第2の露光条件補正値を算出する手段と、前記算出された第2の露光条件補正値を出力する手段を備えるように構成される。

【 0 0 2 1 】

即ち、本発明は、被露光基板上の第 1 層に露光フィールドで露光する第 1 の露光装置と、その後、前記被露光基板上の第 2 層に露光フィールドで前記第 1 層に重ね合わせ露光する第 2 の露光装置とを備えた半導体デバイスの製造システムにおいて、予め、前記第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータ、並びに露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データを格納する記憶手段と、該記憶手段に格納された第 1 および第 2 の露光装置の露光フィールドにおける露光フィールド歪みのデータから、前記記憶手段に格納された露光フィールド内のデバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データに基づいて、前記デバイスエリアでの前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みと、前記合わせ測定マークの位置での前記第 1 および第 2 の露光装置による露光歪みとをそれぞれ算出し、この算出されたデバイスエリアでの第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みとの差、および合わせ測定マークの位置での第 1 の露光装置による露光歪みと第 2 の露光装置による露光歪みのとの差を算出し、さらに、両者を関連付ける修正値を算出する修正値算出手段と、過去、第 2 の露光装置によって前記合わせ測定マークを基準に重ね合わされて露光された対象物を測定して第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を取得する合わせ測定装置と、該合わせ測定装置により取得された第 2 の露光装置による露光フィールドにおける合わせ測定結果を基に、第 2 の露光装置における基準露光フィールドに対する第 1 の露光条件補正値を算出する第 1 の露光条件補正値算出手段と、該第 1 の露光条件補正値算出手段で算出された第 1 の露光条件補正値を、前記修正値算出過程で算出された修正値で修正して、第 2 の露光装置によるデバイスエリアでの第 2 の露光条件補正値を算出する第 2 の露光条件補正値算出手段とを備え、該第 2 の露光条件補正値算出手段で算出された第 2 の露光条件補正値を第 2 の露光装置にフィードバックして第 2 の露光装置において重ね合わせ露光を実行することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

本発明に係る、半導体デバイスの製造方法およびそのシステムの実施の形態について、以下図面を用いて説明する。

【 0 0 2 3 】

〔第 1 の実施の形態〕

まず、本発明に係わる露光装置の露光フィールド歪みのマッチング誤差補正を行う装置（システム）に関する第 1 の実施の形態を図 1 および図 5 を用いて説明する。図中、3 1 はホストコンピュータで、各種の処理を実行する。3 2 は各半導体デバイス製品のデバイスエリアや合わせ測定マーク位置等の設計データが保持格納された製品情報データベースで、CAD システム（図示せず）から製品（半導体デバイス）の設計情報として例えばネットワーク 3 0 を介して入力される。3 3 は各工程でどの露光装置、およびどのマスクを使用したかの来歴データが保持格納されたロット来歴データベースで、製造ラインを管理する製造ライン管理システム（図示せず）から例えばネットワーク 3 0 を介して入力される。勿論、ロット来歴データベース 3 3 は、各露光装置 2 1、2 2 等からネットワーク 3 0 を介して入力されてもよい。しかし、半導体ウエハに対する来歴の管理は、製造ライン管理システムで実行されるので、製造ライン管理システムから例えばネットワーク 3 0 を介して入力することが望ましい。3 4 は各露光装置の機差を示す各露光装置歪みデータベースで、各露光装置（1）2 1、（2）2 2 におけるデバイスエリア露光歪みを示す露光フィールド歪みの測定結果が保持格納されている。露光装置歪みデータベース 3 4 は、各露光装置（1）2 1、（2）2 2 で測定用の基準パターンを露光してそのパターン位置を座標測定装置（図示せず）で測定したり、あるいは基準ウエハ上に形成され、かつあらかじめ座標が測定された基準パターンに対して、各露光装置 2 1、2 2 で合わせ露光を行って、合わせ測定装置 2 3 により測定を行うなどの方法によりデバイスエリア露光歪みを示す露光フィールド歪み（図 5 および図 7 に示すように格子状に求められる。）として取得して入力手段（図示せず）若しくはネットワーク 3 0 を介して入力されて格納されることになる。

【 0 0 2 4 】

そして、3 6 は合わせ測定結果データベースで、過去に、各露光装置（1）2

1、(2) 22において実際合わせ測定マーク43を基準にして位置合わせされて(重ね合わされて)露光した露光結果である所望の対象物(ウエハ)(例えばロット単位若しくは型名/品名単位に選びだされる。)から、合わせ測定装置23で測定された合わせ測定結果6がネットワーク30を介して保持格納されている。即ち、合わせ測定結果データベース36として格納される各露光装置における合わせ測定結果6は、各露光装置で実際に合わせ測定マーク43を基準にして露光した露光結果である対象物を、合わせ測定装置23で測定することによって、図10に示す露光フィールド41のデータとして得ることができる。このように各露光装置における合わせ測定結果6は、各露光装置自身が持っている、合わせ測定マーク43を基準にした露光フィールド41に対する誤差(例えば、シフト、回転、倍率等の誤差)である。従って、図5および図7に示す如く、合わせ測定結果6から求められる第1の露光条件補正值18は、図8および図9に示す基準露光フィールド50を、合わせ測定マーク43を基準にして露光するためのシフト、回転、倍率等からなるオフセット値(キャリブレーション値)となる。

【0025】

21、22はミックス・アンド・マッチ露光として用いられる露光装置(1)、(2)である。

【0026】

これら露光装置21、22、合わせ測定装置23、およびホストコンピュータ31のすべてはネットワーク30で接続されている。なお、ホストコンピュータ31は、修正値算出手段、第1の露光条件補正值算出手段、および第2の露光条件補正值算出手段を構成してもよい。なお、第1の露光条件補正值算出手段、および第2の露光条件補正值算出手段は、各露光装置内の全体制御部に設置してもよい。

【0027】

半導体デバイスのある一つの露光層の露光を行う際に、ホストコンピュータ30は、デバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データを製品情報データベース32から検索して取得する。さらに、ホストコンピュータ30は、ロット来歴データベース33から上記ある一つの露光層(第2層)で用

いる露光装置（２）、並びにその下地の露光層（前の露光層：第１層）の露光で用いた露光装置（１）を選び出し、この選び出された各々の露光装置（２）（１）における露光フィールド歪みデータ（格子状に求められる。）２、１を、図５に示すように、露光装置歪みデータベース３４から検索して取得する。そして、ホストコンピュータ３０は、検索された各々の露光装置（２）（１）における露光フィールド歪みデータ２、１から、製品情報データベース３２から取得された製品情報（デバイスエリアの領域座標データおよび合わせ測定マークの位置データ）３を基に、上記露光層（第２層）と前露光層（第１層）のデバイスエリアでの露光歪み１３a、１１aならびに合わせ測定マーク位置での露光歪み１４a、１２aを図５および図７に示すように算出する。このように、図１０に示すように、デバイスエリア４２が、露光装置（２）による露光フィールド４１内につき、第２層のデバイスエリアでの露光歪み１３aは、露光装置（２）における露光フィールド歪みデータ２から、デバイスエリアの領域座標データを基に選択することによって容易に計算して求めることが可能である。同様に、図１０に示すように、デバイスエリア４２が、露光装置（１）による露光フィールド４１内につき、第１層のデバイスエリアでの露光歪み１１aは、露光装置（１）における露光フィールド歪みデータ１から、デバイスエリアの領域座標データを基に選択することによって容易に計算して求めることが可能である。さらに、露光装置（２）での露光フィールド歪み２を測定した位置と合わせ測定マークが形成された位置とは必ずしも一致しないので、第２層の合わせ測定マーク位置での露光歪み１４aは、露光装置（２）における露光フィールド歪みデータ２から、合わせ測定マークの位置データを基に内挿補間することによって容易に計算して求めることが可能である。同様に、露光装置（１）での露光フィールド歪み１を測定した位置と合わせ測定マークが形成された位置とは必ずしも一致しないので、第１層の合わせ測定マーク位置での露光歪み１２aは、露光装置（１）における露光フィールド歪みデータ１から、合わせ測定マークの位置データを基に内挿補間することによって容易に計算して求めることが可能である。

【 0 0 2 8 】

以上により、露光装置（２）による第２層のデバイスエリアでの露光歪み１３

a および第 2 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 4 a と、露光装置 (1) による第 1 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 1 a および第 1 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 2 a とがホストコンピュータ 3 1 によって算出されて記憶装置 (メモリ) 3 8 に格納される。

【 0 0 2 9 】

次に、ホストコンピュータ 3 1 は、記憶装置 3 8 に格納された露光装置 (2) による第 2 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 3 a および第 2 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 4 a と、露光装置 (1) による第 1 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 1 a および第 1 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 2 a との差を取ることによって、図 5 及び図 7 に示す、露光装置 (2) と露光装置 (1) との機差を示すデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a、ならびに合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 a を算出して記憶装置 3 8 に一時格納される。このように、露光装置 (2) と露光装置 (1) との機差を示す露光歪みの差 (マッチング誤差) として、デバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a と合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 a とに分けたのは、露光歪みがデバイスエリア内とデバイスエリアの周辺部に設けられた合わせ測定マーク位置とでは異なり、しかも、合わせ測定マーク位置での露光歪みがデバイスエリア内の露光歪みよりも大きく、さらに本発明においては、デバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a を著しく低減することにあるからである。なお、ホストコンピュータ 3 1 は、露光装置 (2) と露光装置 (1) との機差を示す露光歪みの差 (マッチング誤差) としてのデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a と合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 a とを表示装置 3 9 に表示することも可能である。

【 0 0 3 0 】

次に、ホストコンピュータ 3 1 は、記憶装置 3 8 に一時格納されたデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a、ならびに合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 a に対して、補正パラメータ (例えば、シフト、回転、倍率等) をそれぞれ算出する。これら補正パラメータは、線形であるから、単純に差分を取ることによって、合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差に対するデバイスエリアでのマッチング誤差の露光装置の機差を示す関係が、次に示す (1) ~ (3) 式

に示す如く、修正値（シフト、回転、倍率等）17aとして算出され、記憶装置38に格納される。さらに、ホストコンピュータ31は、記憶装置38に記憶された修正値（シフト、回転、倍率等）17aを表示装置39に表示することも可能である。

【0031】

また、ホストコンピュータ31は、合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでの露光装置の機差を示す、記憶装置38に記憶された修正値（シフト、回転、倍率等）17を、ネットワーク30を介して例えば第2層を露光する露光装置（2）に提供することによって、露光装置（2）において第1の露光条件補正值18を修正値17aで修正して第2の露光条件補正值19aを算出することも可能となる。

修正値（シフト）＝（デバイスエリアでのシフト）－（合わせ測定マーク位置でのシフト）（1）

修正値（回転）＝（デバイスエリアでの回転）－（合わせ測定マーク位置での回転）（2）

修正値（倍率）＝（デバイスエリアでの倍率）－（合わせ測定マーク位置での倍率）（3）

次に、ホストコンピュータ31若しくは各露光装置21、22が、各露光装置（1）21、（2）22において、合わせ測定マークを基準に位置合わせされて実際に露光された露光結果である合わせ測定結果6に基づいて、第1の露光条件補正值18を算出する方法について説明する。なお、合わせ測定結果6は、各露光装置（1）21、（2）22において、合わせ測定マークを基準に位置合わせされて実際に露光された対象物（ウエハ）を、合わせ測定装置23によって測定することによって得られ、ネットワーク30を介して合わせ測定結果データベース36に格納されることになる。従って、各露光装置21、22には、合わせ測定結果データベース36に格納された実際の露光結果（合わせ測定マークを基準に位置合わせされて実際に露光された結果）である合わせ測定結果6をネットワーク30を介して提供することも可能である。

【0032】

ところで、ホストコンピュータ 3 1 若しくは露光装置 (2) は、露光装置 (2) における合わせ測定マークを基準に位置合わせされて実際に露光された露光結果である合わせ測定結果 6 に基いて、第 1 の露光条件補正值 1 8 を算出することになる。

【 0 0 3 3 】

この第 1 の露光条件補正值 1 8 は、あくまでも、露光装置 (2) が、図 8 および図 9 に示す基準露光フィールド 5 0 を、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして露光するためのシフト、回転、倍率等からなるオフセット値 (キャリブレーション値) である。

【 0 0 3 4 】

次に、各露光装置自身が保有する誤差 (合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際の基準露光フィールド 5 0 に対する誤差) を補正する露光条件補正パラメータについて図 8 および図 9 を用いて説明する。図 8 は、ステップアンドリピート型の露光装置での露光条件補正パラメータを示す。図中 5 0 は、本来露光すべき、露光フィールド 4 1 の基準位置である。5 1 は、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際、露光フィールド 4 1 がシフトした状態を示す。これは、X 方向 (Shift-X)、Y 方向 (Shift-Y) についてそれぞれ補正でき、露光装置のウエハステージのシフトにより補正が可能である。5 2 は、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際、露光フィールド 4 1 が角度 θ だけ回転した状態を示す。これは、露光装置のウエハステージ、あるいはマスクステージの回転により補正が可能である。5 3 は、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際、露光フィールド 4 1 に倍率誤差がある場合を示す。これは、露光装置の投影レンズの倍率調整により補正が可能である。

【 0 0 3 5 】

また、図 9 は、ステップアンドスキャン型の露光装置での露光条件補正パラメータである。シフトと、回転については図 8 で説明したものと同様である。5 4 は、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際、露光フィールド 4 1 の倍率が X 方向 (Mag-X) と Y 方向 (Mag-Y) で異なる状態であるが、ステップアンドスキャン型の露光装置では、投影レンズの倍率調整とスキャン時の

スキャン距離の調整とで補正が可能である。また 5 5 は、合わせ測定マーク 4 3 を基準にして実際露光した際、露光フィールド 4 1 が傾いた状態を示すが、これはスキャン時のスキャン方向に傾きを持たせることで補正可能である。

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、ホストコンピュータ 3 1 若しくは露光装置 (2) は、合わせ測定結果データベース 3 6 に格納された過去の合わせ測定結果 6 を基に、第 1 の露光条件補正值 1 8 を算出して記憶装置 3 8 等に格納する。次に、ホストコンピュータ 3 1 若しくは露光装置 (2) は、露光装置 (2) によるデバイスエリアでの重ね合わせを最適にする第 2 の露光条件補正值 1 9 を、上記第 1 の露光条件補正值 1 8 と上記修正値 (合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでの露光装置の機差を示すマッチング誤差) 1 7 a との線形和として次に示す (4) ~ (6) 式に基いて算出する。

第 2 の露光条件補正值 (シフト) = 第 1 の露光条件補正值 (シフト) + 修正値 (シフト) (4)

第 2 の露光条件補正值 (回転) = 第 1 の露光条件補正值 (回転) + 修正値 (回転) (5)

第 2 の露光条件補正值 (倍率) = 第 1 の露光条件補正值 (倍率) + 修正値 (倍率) (6)

以上算出された第 2 の露光条件補正值 1 9 a を露光装置 (2) 2 2 の制御部に提供し、該制御部からの合わせ測定マーク 4 3 を基準にしたキャリブレーション補正制御に基いて第 2 層目の露光を実行すれば、ミックス・アンド・マッチ露光でデバイスエリア 4 2 での重ね合わせを最適にする条件での露光が可能となる。

【 0 0 3 7 】

即ち、露光装置の露光フィールド歪みは、露光フィールド内の場所によって傾向が異なるため、合わせ測定マークによって測定された合わせ精度は、必ずしも、デバイスエリアでの合わせ精度に一致しない。しかし、露光装置の露光フィールド歪みは、それぞれの露光装置自体によって相違はあるものの、固定的な (時間的に変動しない) ものであるため、これらを予め測定しておき、そのデータ 1、2 を用いて、合わせ測定マークでの露光歪み 1 2 a、1 4 a と、デバイスエリ

アでの露光歪み 1 1 a、1 3 a とのそれぞれに関して計算により予測を行って、予め両者の関係を合わせ測定マークでのマッチング誤差 1 6 a、およびデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 a として求めておき、これらで、合わせ測定結果 6 による露光条件補正值 1 8 を修正してやれば、基板上の異なる層に対して異なる露光装置を用いてミックス・アンド・マッチ露光を行う場合でも、デバイスエリア 4 2 でのマッチング誤差補正を最適化することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

なお、合わせ測定マークの位置は、半導体チップ（半導体製品）の種類（型名／品名）ごとに異なるのは勿論のこと、同一の種類半導体製品であっても工程ごとに異なり、上記露光条件補正值の修正は、半導体製品ごと、そして工程ごとに細かく行うことが必要となる。これにより、ミックス・アンド・マッチ露光を行う場合でも、マッチング誤差補正の精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、半導体製品のデバイスエリア 4 2 は、必ずしも、露光装置の露光フィールドの全域 4 1 にわたるものではなく、しかも半導体製品の種類によって異なるものであるため、個別の半導体製品に対応させて、露光フィールド歪みのマッチング誤差補正の範囲をデバイスエリアに制限してやることによって、ミックス・アンド・マッチ露光を行う場合でも、半導体製品毎に露光条件補正を最適化することが可能となる。さらに、露光装置の露光フィールド歪みは、露光フィールドの端部において大きいため、その部分を除外してデバイスエリア内でマッチング誤差補正が行うことにより、精度向上の効果が大きくなる。

【 0 0 4 0 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、本発明に係わる露光装置に装着されるマスクに関するマッチング誤差補正を行う装置（システム）に関する第 2 の実施の形態を図 2 および図 6 を用いて説明する。

【 0 0 4 1 】

第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と相違する点は、露光装置歪みデータベース 3 4 の代わりに、マスク上のデバイスエリアのパターンおよび合わ

せ測定マークの位置誤差の測定結果が保持されたマスク精度データベース 3 5 を設置したことにある。その結果、半導体デバイスのある一つの露光層（第 2 層）の露光を行う際に、ホストコンピュータ 3 1 は、図 6 に示すように、露光を行う半導体デバイスの種類（型名／品名）に基いて製品情報データベース 3 2 から検索されたデバイスエリア 4 2 の領域座標データ 3 および合わせ測定マーク 4 3 の位置データ 3 を基に、上記露光層（第 2 層）で用いるマスクならびに前露光層（第 1 層）の露光で用いたマスクの、デバイスエリアのパターンおよび合わせ測定マークの位置誤差のデータ 5、4 をマスク精度データベース 3 5 から検索する。そして、検索されたデータ 5、4 から、第 2 層と第 1 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 3 b、1 1 b、ならびに合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 4 b、1 2 b を算出する。さらに、これら算出された第 2 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 3 b と第 1 層のデバイスエリアでの露光歪み 1 1 b とに基いてデバイスエリアでのマスクの機差を示すデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 b を算出し、第 2 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 4 b と第 1 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 2 b とに基いて合わせ測定マーク位置でのマスクの機差を示す合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 b を算出し、これら算出された両者 1 5 b、1 6 b を関連付ける、合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでのマスクの機差を示す修正値（マッチング誤差）1 7 b を算出する。

【 0 0 4 2 】

さらに、第 1 の実施の形態と同様に、合わせ測定結果データベース 3 6 から第 2 層を露光しようとするマスク（2）を有する露光装置（2）における合わせ測定結果 6 を検索し、この検索された合わせ測定結果 6 に基いて基準の露光フィールド 5 0 を露光するための第 1 の露光条件補正值（オフセット値：例えば、シフト、回転、倍率等）1 8 を算出する。次に、算出された第 1 の露光条件補正值 1 8 を、合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでのマスクの機差を示す修正値（マッチング誤差）1 7 b で修正して第 2 の露光条件補正值 1 9 b を算出する。そして、第 2 の露光条件補正值 1 9 b を第 2 の露光層の露光を行う露光装置（2）2 2 へ出力する。

【 0 0 4 3 】

このようにして、図 6 に示す処理を自動的に実行する装置（システム）を構成することが可能となる。即ち、4 は、第 1 層を露光するマスク上でのデバイスエリア内での回路パターンの位置誤差、および合わせ測定マークの位置誤差を、5 は、第 2 層を露光するマスク上でのデバイスエリア内での回路パターンの位置誤差、および合わせ測定マークでの位置誤差を示す。これらの位置誤差 4、5 は、マスク上のパターンおよびマークを座標測定機で測定して設計値と比較することで得られる。なお、デバイスエリア内での回路パターンの位置誤差に関しては実際のデバイスパターンそのものを測定しても、あるいはデバイスエリア内に測定用のダミーパターンを設置してそれを測定してもよい。以降は図 5 で説明したものと同様である。

【 0 0 4 4 】

ホストコンピュータ 3 1 は、製品情報 3 と、マスクの位置誤差 4、5 から、マスクに起因する露光歪み（1 1 b、1 2 b、1 3 b、1 4 b）をそれぞれ求め、デバイスエリアでの（マスクの）マッチング誤差 1 5 b、合わせマーク位置での（マスクの）マッチング誤差 1 6 b をそれぞれ算出、補正パラメータの差分をとって修正値 1 7 b とする。さらに、ホストコンピュータ 3 1 若しくは露光装置（2）は、マスク（2）を有する露光装置（2）における過去の合わせ測定結果 6 から算出される第 1 の露光条件補正值 1 8 を上記修正値 1 7 b で修正して第 2 の露光条件補正值 1 9 b を算出し、この算出された第 2 の露光条件補正值 1 9 b をマスク（2）を有する露光装置（2）2 2 に設定して露光を実行する。

【 0 0 4 5 】

以上により、マスクに起因する露光フィールド歪みは、それぞれのマスク自体によって相違はあるものの、固定的な（時間的に変動しない）ものであるため、これらを予め測定しておき、そのデータ 4、5 を用いて、合わせ測定マークでの露光歪み 1 2 b、1 4 b と、デバイスエリアでの露光歪み 1 1 b、1 3 b とのそれぞれに関して計算により予測を行って、予め両者の関係を合わせ測定マークでのマッチング誤差 1 6 b、およびデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 b として求めておき、これらで、合わせ測定結果 6 による露光条件補正值 1 8 を修正してやれば、基板上の異なる層に対して異なるマスクを用いてミックス・アンド・

マッチ露光を行う場合でも、デバイスエリア42でのマッチング誤差補正を最適化することが可能となる。

【0046】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明に係わる露光装置の露光フィールド歪みおよび露光装置に装着されるマスクに関するマッチング誤差補正を行う装置（システム）に関する第3の実施の形態を図3および図7を用いて説明する。ミックス・アンド・マッチ露光では、露光装置自体に機差があると共にマスク自体にも差があるため、第3の実施の形態は、第1の実施の形態と第2の実施の形態の両方を考慮したものである。図3は、第3の実施の形態である露光装置の露光フィールド歪みと、マスクの両方に関してマッチング誤差補正を行う装置（システム）を説明する図である。第3の実施の形態において、第1および第2の実施の形態と相違する点は、図1に示した露光装置歪みデータベース34と、図2に示したマスク精度データベース35の両方を設置する点にある。半導体デバイスのある一つの露光層（第2層）の露光を行う際に、ホストコンピュータ31は、図7に示すように、露光を行う半導体デバイスの種類（型名／品名）に基いて製品情報データベース32から検索されたデバイスエリア42の領域座標データ3および合わせ測定マーク43の位置データ3を基に、上記露光層（第2層）で用いる露光装置（2）22ならびに前露光層（第1層）の露光で用いた露光装置（1）21の露光フィールド歪みデータ2、1を露光装置歪みデータベース34から、さらに上記露光層（第2層）で用いるマスクならびに前露光層（第1層）の露光で用いたマスクのデバイスエリアのパターンおよび合わせ測定マークの位置誤差のデータ5、4をマスク精度データベース35から検索する。そして、検索されたデータ2、および5から、上記露光層（第2層）におけるデバイスエリアでの露光歪み13cおよび合わせ測定マーク位置での露光歪み14cを算出し、検索されたデータ1、および4から、前露光層（第1層）におけるデバイスエリアでの露光歪み11cおよび合わせ測定マーク位置での露光歪み12cを算出する。さらに、これら算出された第2層のデバイスエリアでの露光歪み13cと第1層のデバイスエリアでの露光歪み11cとに基いて、デバイスエリアでの露光装置およびマスクの機差を示

すデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 c を算出し、さらに、算出された第 2 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 4 c と第 1 層の合わせ測定マーク位置での露光歪み 1 2 c とに基いて、合わせ測定マーク位置での露光装置およびマスクの機差を示す合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差 1 6 c を算出する。そして、両者（デバイスエリアと合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差） 1 5 c、1 6 c を関連付ける修正値（合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでの露光装置およびマスクの機差を示すマッチング誤差） 1 7 c を算出する。

【 0 0 4 7 】

さらに、第 1 および第 2 の実施の形態と同様に、合わせ測定結果データベース 3 6 から第 2 層を露光しようとする露光装置（2）における合わせ測定結果 6 を検索し、この検索された合わせ測定結果 6 に基いて基準の露光フィールド 5 0 を露光するための第 1 の露光条件補正值（オフセット値：例えば、シフト、回転、倍率等） 1 8 を算出する。次に、算出された第 1 の露光条件補正值 1 8 を、合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでの露光装置およびマスクの機差を示す修正値（マッチング誤差） 1 7 c で修正して第 2 の露光条件補正值 1 9 c を算出する。そして、第 2 の露光条件補正值 1 9 c を第 2 の露光層の露光を行う露光装置（2） 2 2 へ出力する。

【 0 0 4 8 】

このようにして、図 7 で説明する処理を自動的に実行する装置（システム）を構成することが可能となる。即ち、この場合、露光歪み（1 1 c、1 2 c、1 3 c、1 4 c）は露光フィールド歪み（1、2）と、マスク位置誤差（4、5）の和である。露光フィールド歪みの測定位置とマスク位置誤差の測定位置は必ずしも一致するとは限らないが、この場合はどちらか一方を内挿補間すれば、同じ位置での露光フィールド歪みとマスク位置誤差の和を算出することが出来る。

【 0 0 4 9 】

以降は図 5 および図 6 で説明したものと同様であり、露光歪み（1 1 c、1 2 c、1 3 c、1 4 c）からデバイスエリアでのマッチング誤差 1 5 c、合わせマーク位置でのマッチング誤差 1 6 c をそれぞれ算出、補正パラメータの差分をとって、合わせ測定マーク位置に対するデバイスエリアでの露光装置およびマスク

の機差を示す修正値（マッチング誤差）17cとする。

【0050】

そして、合わせ測定結果6から算出される第1の露光条件補正值18を上記修正値17cで修正して第2の露光条件補正值19cを算出して、この第2の露光条件補正值19cを露光装置（2）22に設定して露光を実行する。

【0051】

以上により、露光装置およびマスクに起因する露光フィールド歪みは、それぞれの露光装置およびマスク自体によって相違はあるものの、固定的な（時間的に変動しない）ものであるため、これらを予め測定しておき、そのデータ1、2、4、5を用いて、合わせ測定マークでの露光歪み12c、14cと、デバイスエリアでの露光歪み11c、13cとのそれぞれに関して計算により予測を行って、予め両者の関係を合わせ測定マークでのマッチング誤差16c、およびデバイスエリアでのマッチング誤差15cとして求めておき、これらで、合わせ測定結果6による露光条件補正值18を修正してやれば、基板上の異なる層に対して異なる露光装置およびマスクを用いてミックス・アンド・マッチ露光を行う場合でも、デバイスエリア42でのマッチング誤差補正を最適化することが可能となる。

【0052】

〔第4の実施の形態〕

次に、本発明に係わる露光装置の露光フィールド歪みおよび露光装置に装着されるマスクに関するマッチング誤差補正を行う装置（システム）に関する第4の実施の形態について図4を用いて説明する。図4は、合わせ評価を、デバイスエリア内での評価値によって行う装置に関する、第4の実施の形態を説明するための図である。ここで、合わせ規格データベース37は、各半導体デバイス製品の合わせ規格値を保持するものである。

【0053】

ホストコンピュータ31は、第3の実施の形態と同様に、露光を行う半導体デバイスの種類に基いて製品情報データベース32から検索されたデバイスエリア42の領域座標データ3および合わせ測定マーク43の位置データ3を基に、上

記露光層（第2層）で用いる露光装置（2）22ならびに前露光層（第1層）の露光で用いた露光装置（1）21の露光フィールド歪みデータ2、1を露光装置歪みデータベース34から、さらに上記露光層（第2層）で用いるマスクならびに前露光層（第1層）の露光で用いたマスクのデバイスエリアのパターンおよび合わせ測定マークの位置誤差のデータ5、4をマスク精度データベース35から検索する。そして、検索されたデータ2、および5から、上記露光層（第2層）におけるデバイスエリアでの露光歪み13cおよび合わせ測定マーク位置での露光歪み14cを算出し、検索されたデータ1、および4から、前露光層（第1層）におけるデバイスエリアでの露光歪み11cおよび合わせ測定マーク位置での露光歪み12cを算出する。さらに、これら算出された第2層のデバイスエリアでの露光歪み13cと第1層のデバイスエリアでの露光歪み11cとに基づいて、デバイスエリアでの露光装置およびマスクの機差を示すデバイスエリアでのマッチング誤差15cを算出し、さらに、算出された第2層の合わせ測定マーク位置での露光歪み14cと第1層の合わせ測定マーク位置での露光歪み12cとに基づいて、合わせ測定マーク位置での露光装置およびマスクの機差を示す合わせ測定マーク位置でのマッチング誤差16cを算出する。そして、両者15c、16cを関連付ける修正値17cを算出する。

【0054】

さらに、第4の実施の形態では、ホストコンピュータ31若しくは露光装置（2）22において、この修正値17cを用いて、合わせ測定装置23で測定される実際に露光した結果である露光フィールド41におけるマッチング誤差を直接修正してデバイスエリア内での合わせの推定値を算出し、この算出されたデバイスエリア内での合わせの推定値を合わせ評価値として例えば記憶装置38あるいは露光装置（2）に備えられた記憶装置（メモリ）に記憶する。その結果、第1層の上に露光装置（2）22を用いて第2層を露光した際のデバイスエリア内での重ね合わせ誤差の推定値を合わせ評価値として例えば表示装置39あるいは露光装置（2）に備えられた表示装置等に表示して出力することが可能となる。なお、この際、修正値17cも、例えば表示装置39あるいは露光装置（2）に備えられた表示装置等に表示して出力してもよい。

【 0 0 5 5 】

さらに、ホストコンピュータ 3 1 若しくは露光装置 (2) 2 2 は、合わせ規格データベース 3 7 から半導体製品の種類 (型名 / 品名) およびその露光工程に基づいて、当該半導体製品およびその露光工程でのデバイスエリアにおける合わせ規格値を検索し、この検索されたデバイスエリアにおける合わせ規格値と先に算出して記憶された合わせ評価値とを比較してデバイスエリアでの合わせの良否判定を行い、その結果を例えば記憶装置 3 8 あるいは露光装置 (2) に備えられた記憶装置 (メモリ) に記憶する。そして、第 1 層上への第 2 層の露光結果であるデバイスエリアでの重ね合わせ良否判定結果を、例えば表示装置 3 9、露光装置 (2) に備えられた表示装置、またはネットワーク 3 0 を介して製造ライン管理システムに備えられた表示装置等に表示して出力することによって、更なる修正若しくは適正な露光装置やマスク等の選択を行うことが可能となる。

【 0 0 5 6 】

以上により、合わせ測定マーク (デバイスエリア外) の測定結果そのものを用いるよりも、より半導体デバイス製品の性能により近い重ね合わせ判定を自動的に実行する装置 (システム) を実現することが可能となる。

【 0 0 5 7 】

第 1 ～ 第 3 の実施の形態は、ミックス・アンド・マッチ露光において、デバイスエリアでの合わせを最適化するために、あらかじめデバイスエリアおよび合わせマーク位置での機差に基づくマッチング誤差 1 5、1 6 をそれぞれ算出して、それらの関係を表す修正値 1 7 を求め、この求められた修正値 1 7 により、合わせ測定結果 6 から算出される露光条件 1 8 を補正するものである。

【 0 0 5 8 】

ところで、第 4 の実施の形態によれば、この修正値 1 7 で合わせ測定結果 6 を直接修正すれば、合わせ測定マークの測定結果 6 から、デバイスエリア内の合わせ精度を推定することが出来る。この推定値を合わせの評価値とすれば、合わせマーク (デバイスエリア外) の測定結果そのものを用いるよりも、より実際的な合わせの評価を行うことが可能となる。たとえば、合わせの良否判定は、デバイスエリアでの合わせの規格値と上記評価値を比較することで行えば、半導体デバ

イス製品の性能により近い判定が行えることになる。

【 0 0 5 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、露光装置の機毎のフィールド歪みデータを基に、製品毎に異なる露光フィールド範囲、および製品・工程毎に異なる合わせ測定マークの位置に対応して露光条件の修正値を算出し、これにより合わせ測定結果から求められる露光条件補正値を修正して露光を行うことで、ミックス・アンド・マッチ露光時に、デバイスエリアでの合わせ精度が向上し、半導体デバイスの生産性向上、ならびに歩留向上を図ることができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係わる第 1 の実施の形態を示す概略システム構成図である。

【図 2】

本発明に係わる第 2 の実施の形態を示す概略システム構成図である。

【図 3】

本発明に係わる第 3 の実施の形態を示す概略システム構成図である。

【図 4】

本発明に係わる第 4 の実施の形態を示す概略システム構成図である。

【図 5】

図 1 に示すシステム構成における処理フローを説明するための図である。

【図 6】

図 2 に示すシステム構成における処理フローを説明するための図である。

【図 7】

図 3 に示すシステム構成における処理フローを説明するための図である。

【図 8】

本発明に係わるステップアンドリピート式の露光装置において露光時に補正が可能なパラメータ（第 1 の露光条件補正値）を説明するための図である。

【図 9】

本発明に係わるステップアンドスキャン式の露光装置における露光時に補正が

可能なパラメータ（第 1 の露光条件補正值）を説明するための図である。

【図 1 0】

本発明に係わる露光装置の露光フィールドと、半導体デバイスのデバイスエリアと、合わせ測定マークの位置との関係を示す図である。

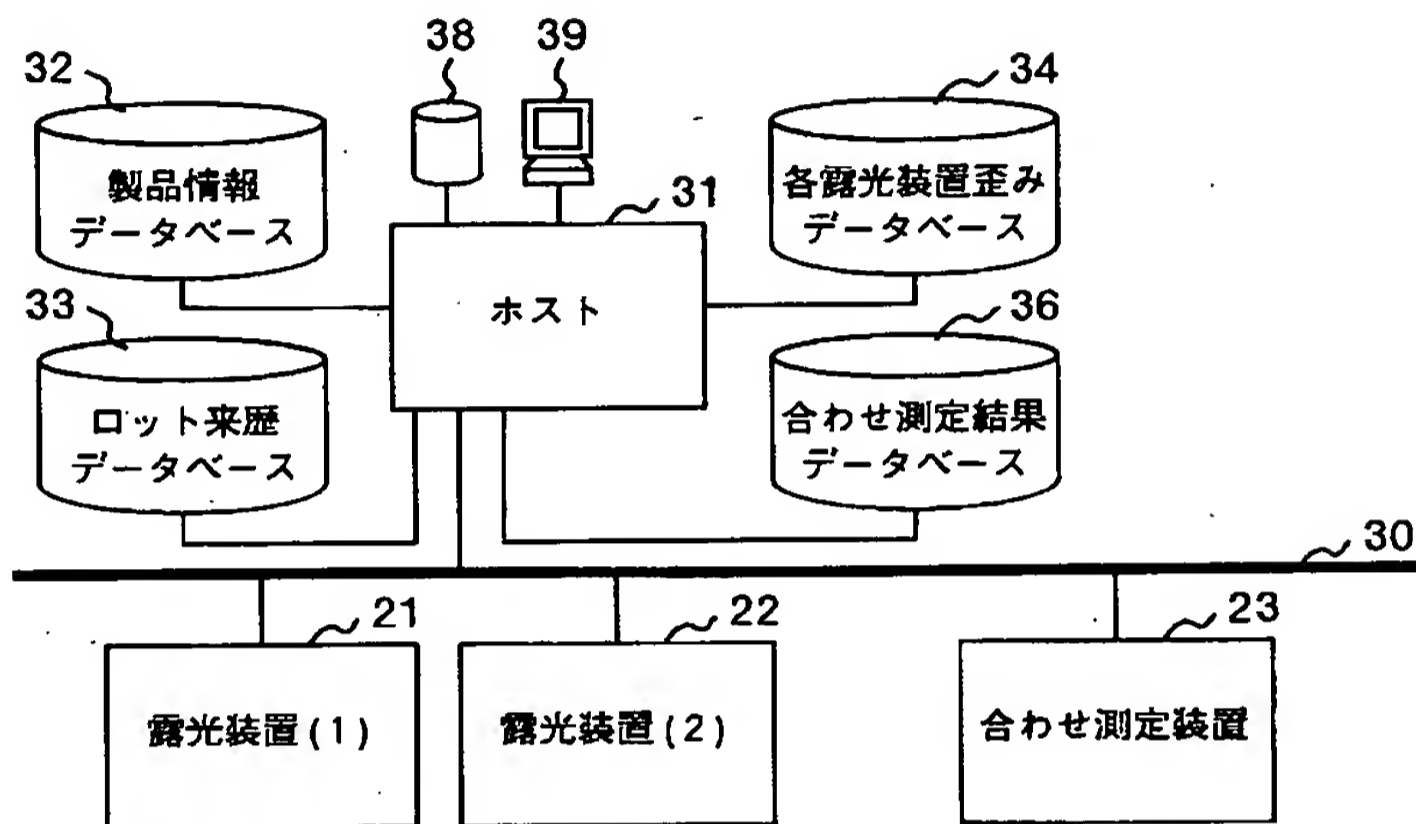
【符号の説明】

1…第 1 の露光装置（1）の露光フィールド歪み、2…第 2 の露光装置（2）の露光フィールド歪み、3…半導体デバイス製品の製品情報、4…第 1 のマスク（1）のパターン位置誤差、5…第 2 のマスクのパターン位置誤差、6…合わせ測定結果、11、11a、11b、11c…第 1 層のデバイスエリア内の露光歪み、12、12a、12b、12c…第 1 層の合わせ測定マークの位置での露光歪み、13、13a、13b、13c…第 2 層のデバイスエリアでの露光歪み、14、14a、14b、14c…第 2 層の合わせ測定マークの位置での露光歪み、21…露光装置（1）、22…露光装置（2）、23…合わせ測定装置、30…ネットワーク、31…ホストコンピュータ、32…製品情報データベース（記憶手段）、33…ロット来歴データベース（記憶手段）、34…各露光装置歪みデータベース（記憶手段）、35…各マスク精度データベース（記憶手段）、36…合わせ測定結果データベース（記憶手段）、37…合わせ規格データベース（記憶手段）、38…記憶装置、39…表示装置、41…露光フィールド、42…デバイスエリア、43…合わせ測定マーク、50…誤差のない状態（基準）の露光フィールド、51…位置シフトした状態の露光フィールド、52…回転した状態の露光フィールド、53…倍率誤差を持った状態の露光フィールド、54…X、Y それぞれに倍率誤差を持った状態の露光フィールド、55…傾いた状態の露光フィールド。

【書類名】 図面

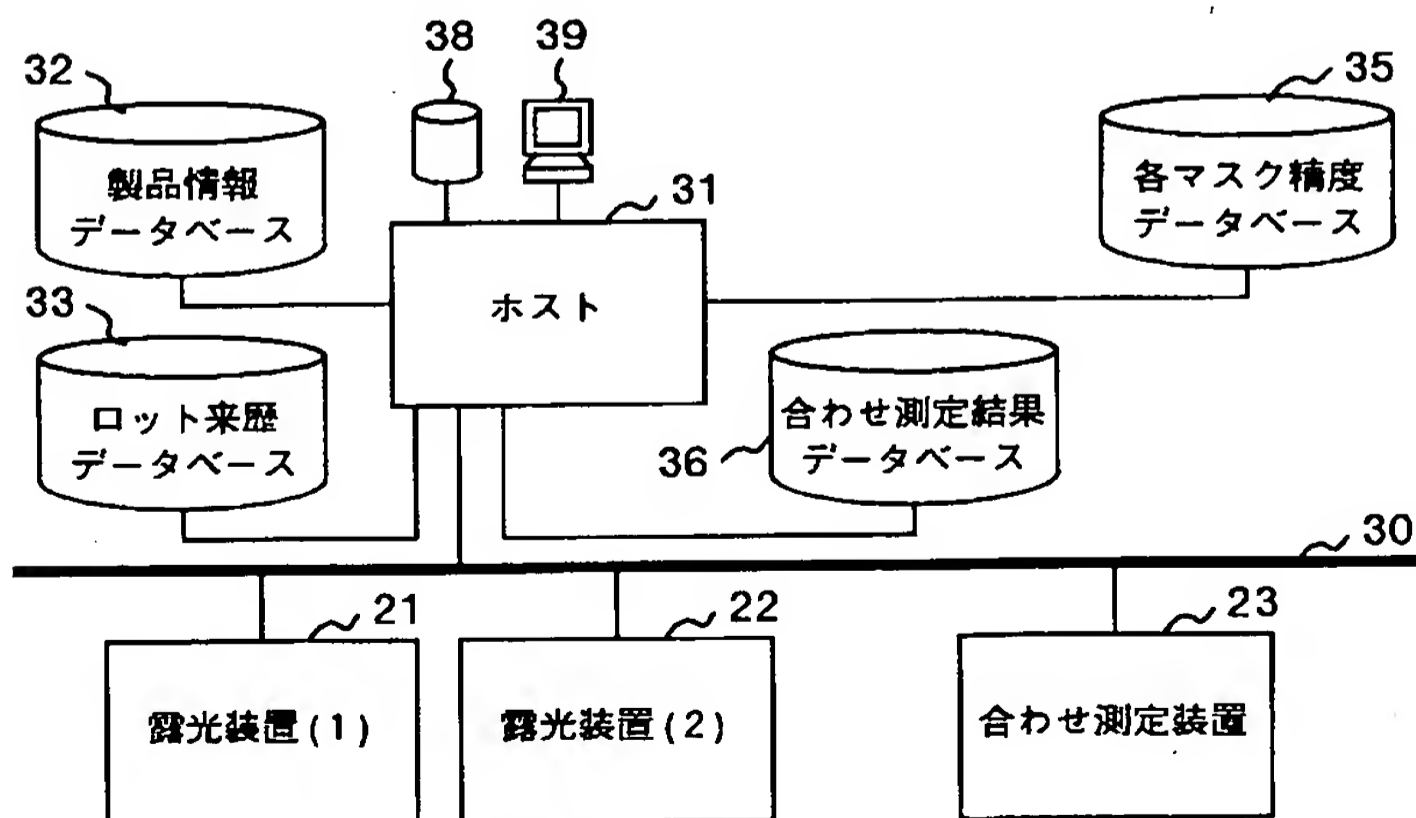
【図 1】

図 1



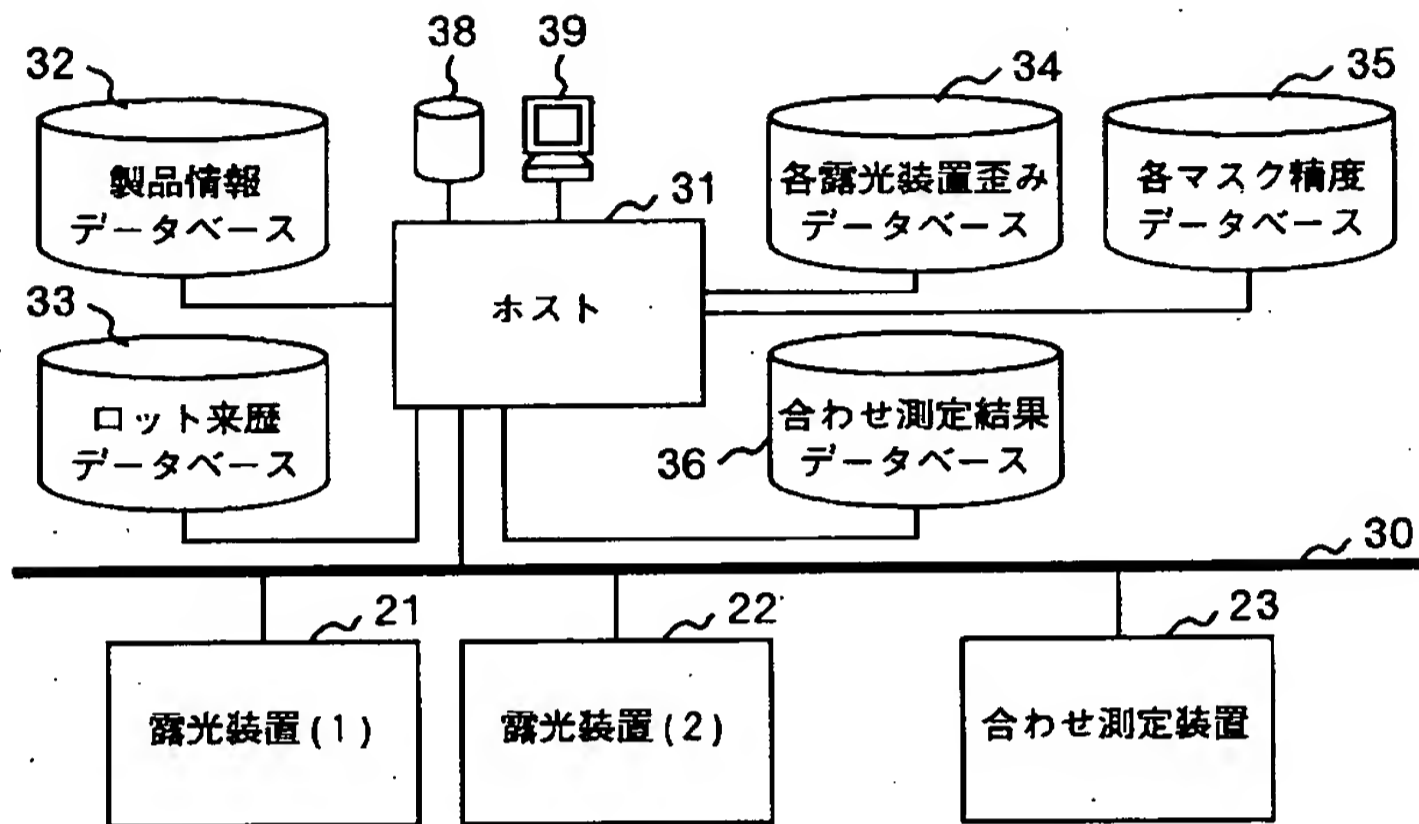
【図 2】

図 2



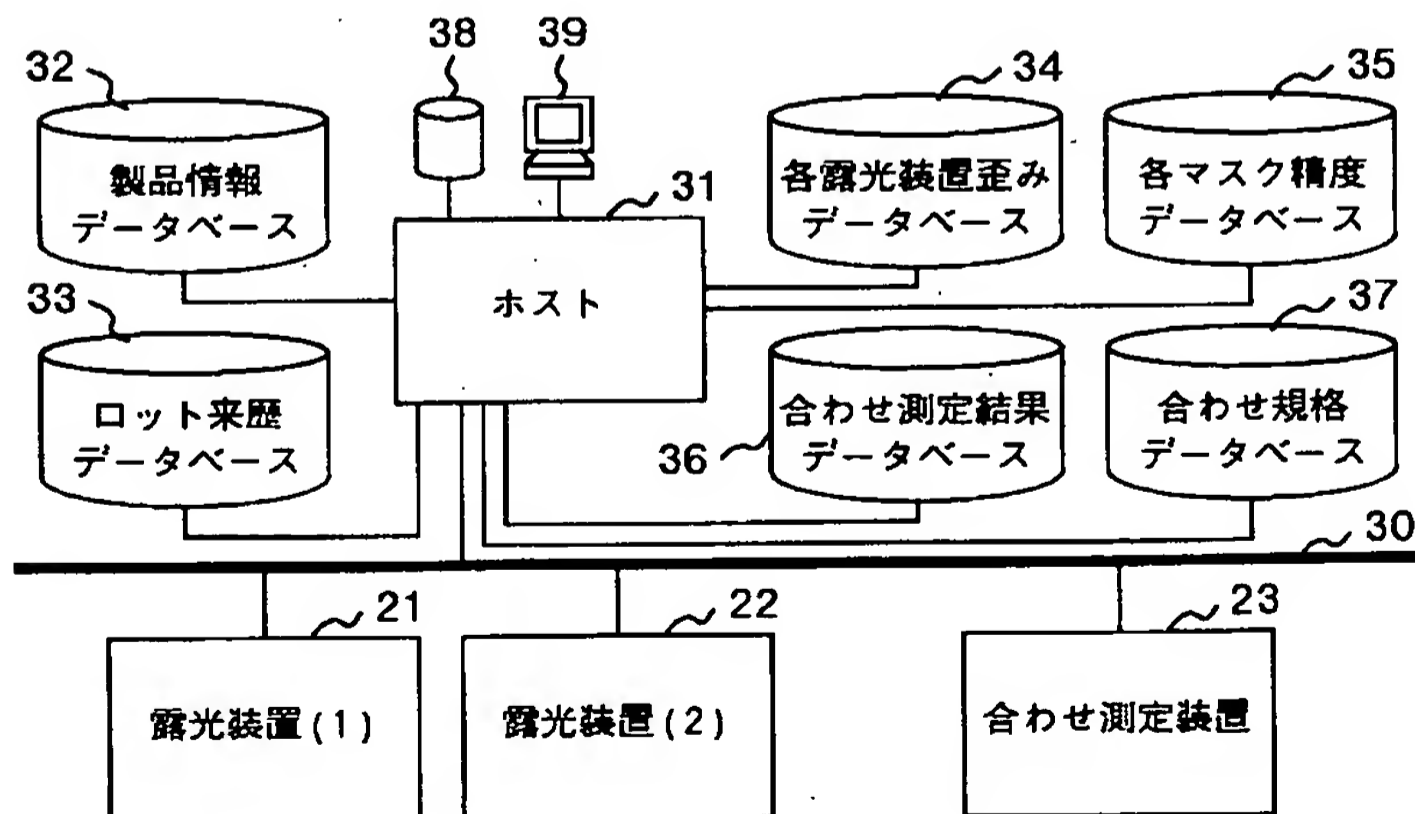
【図 3】

図 3



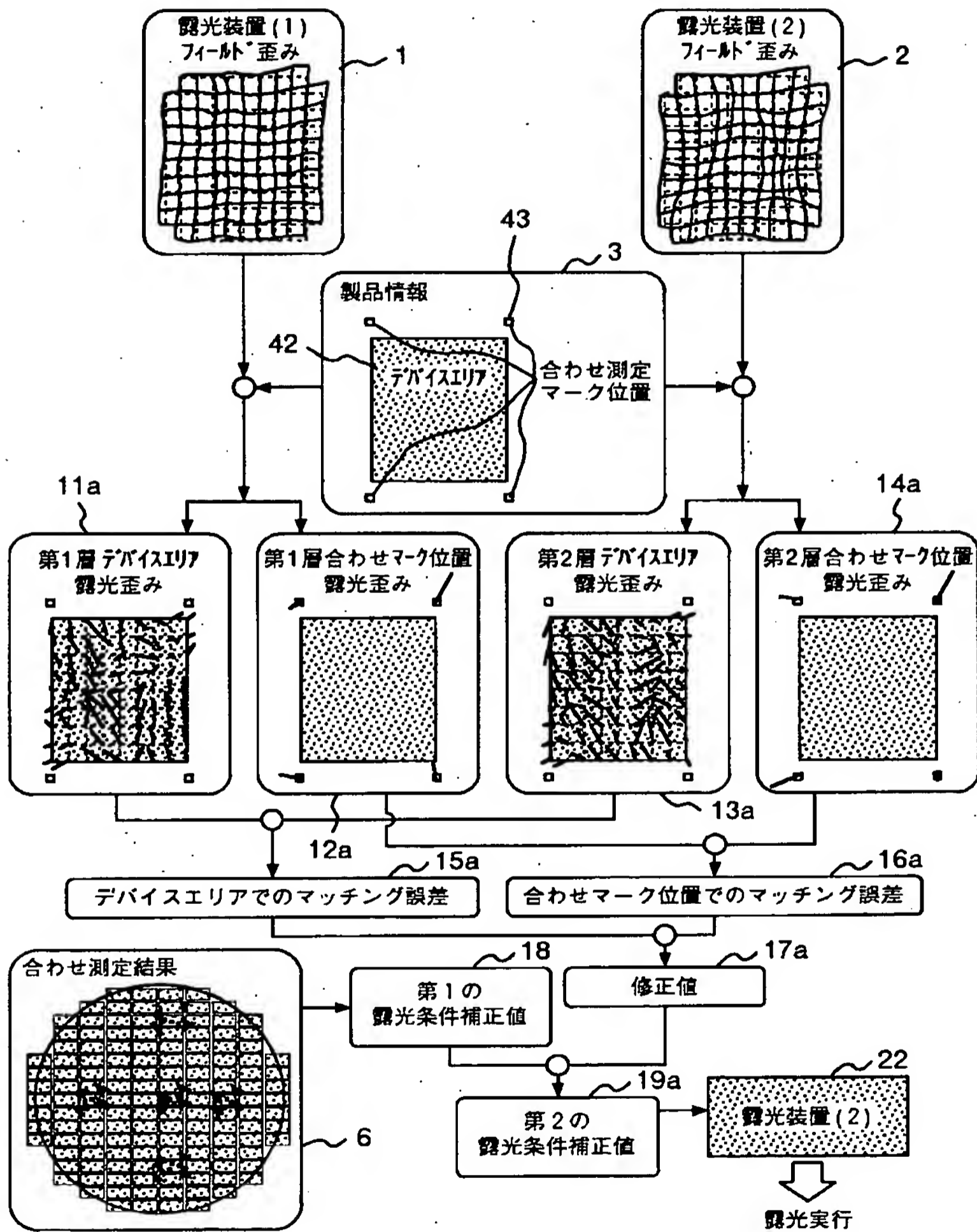
【図 4】

図 4



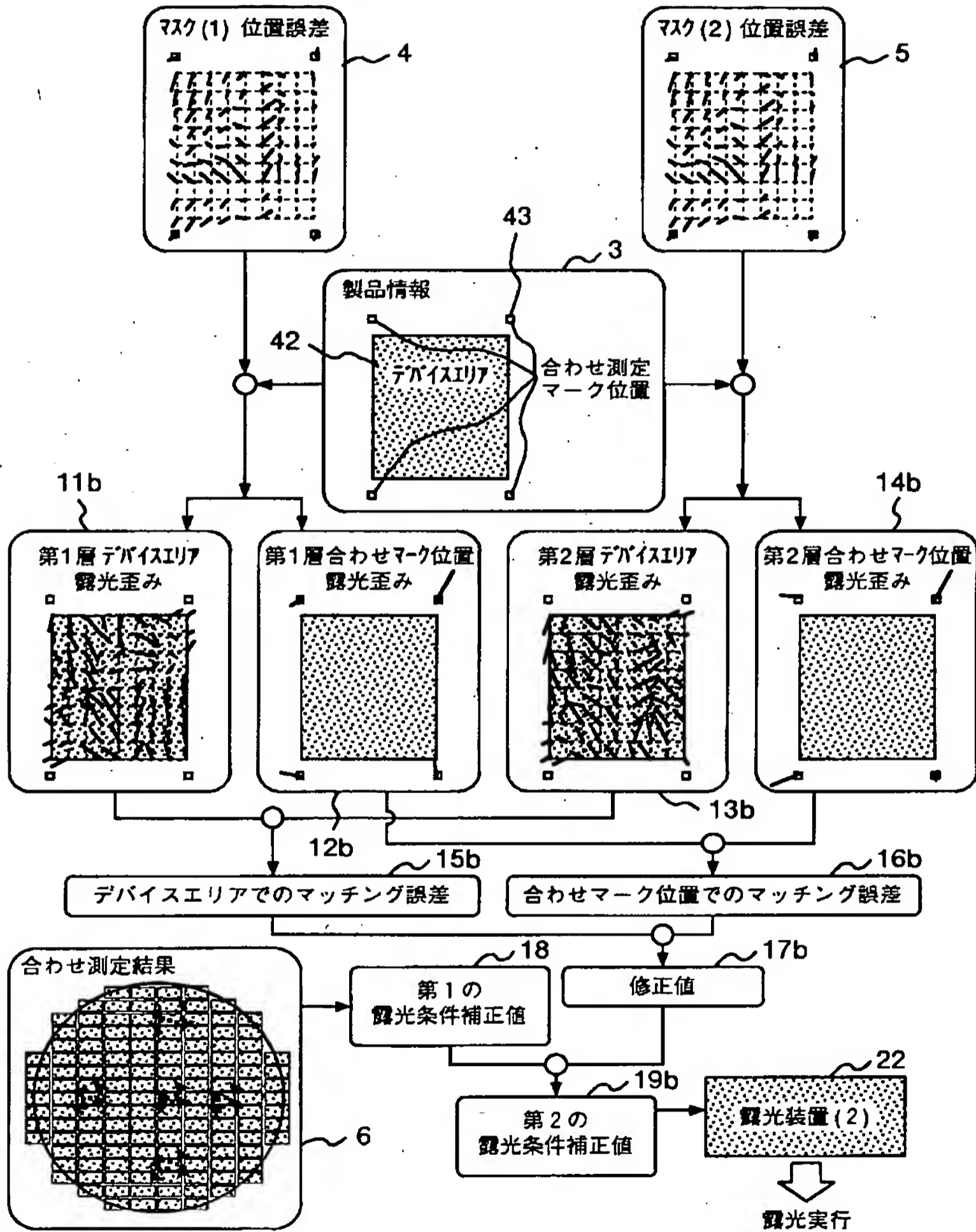
【図5】

図 5



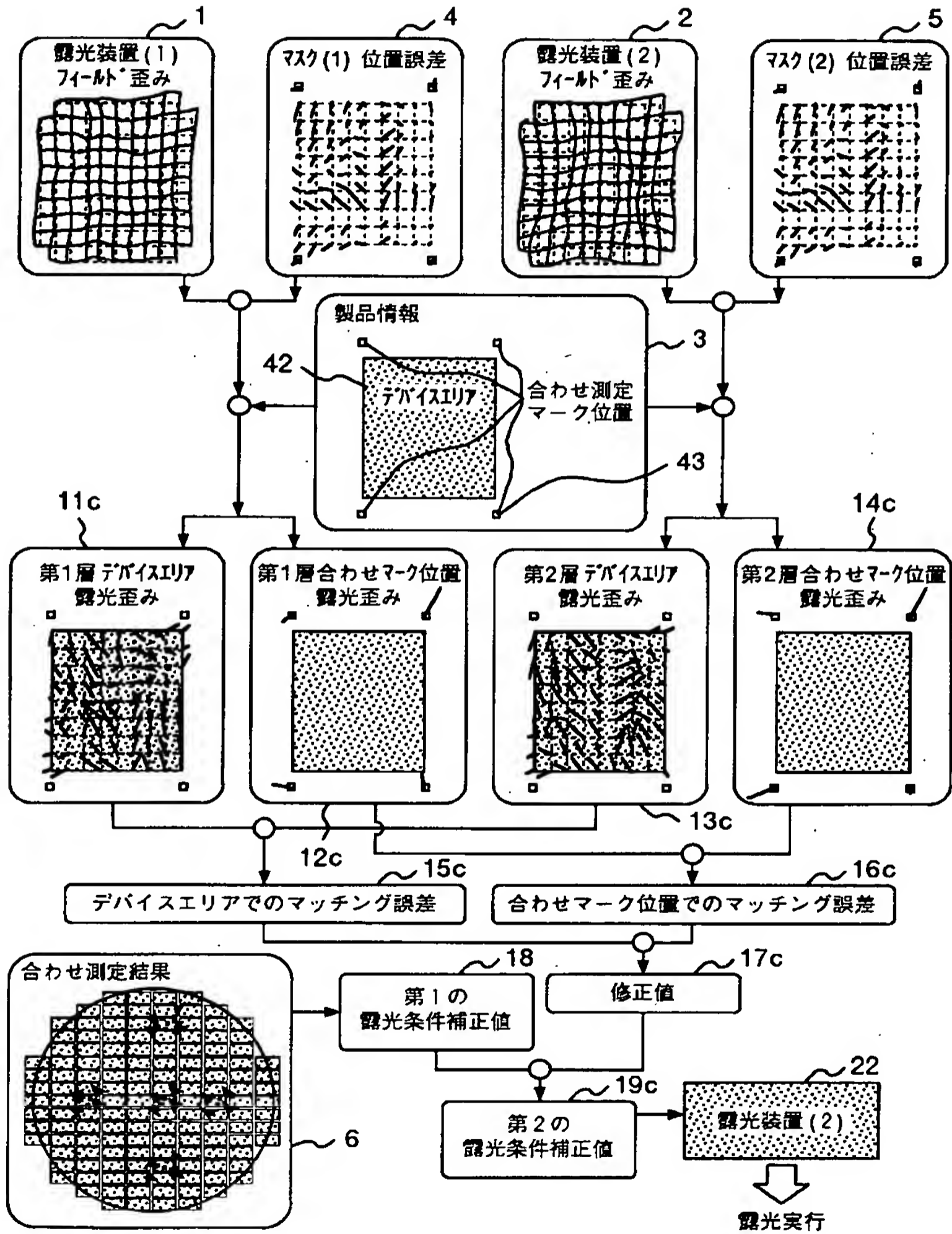
【図6】

図 6



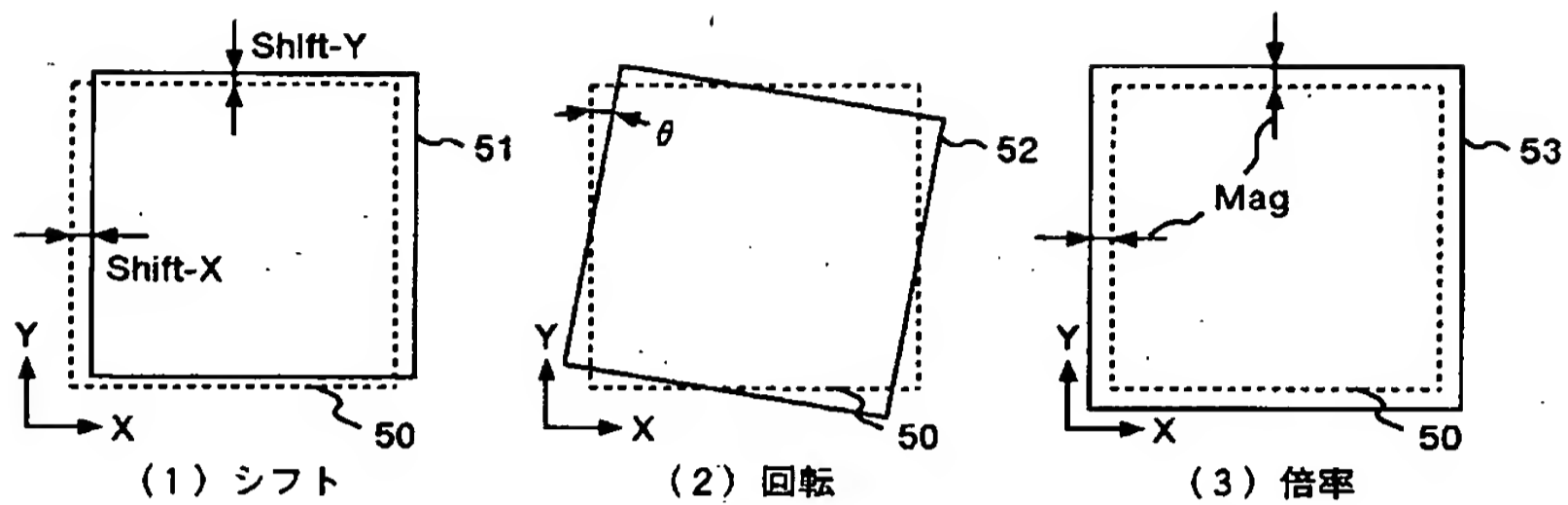
【図7】

図 7



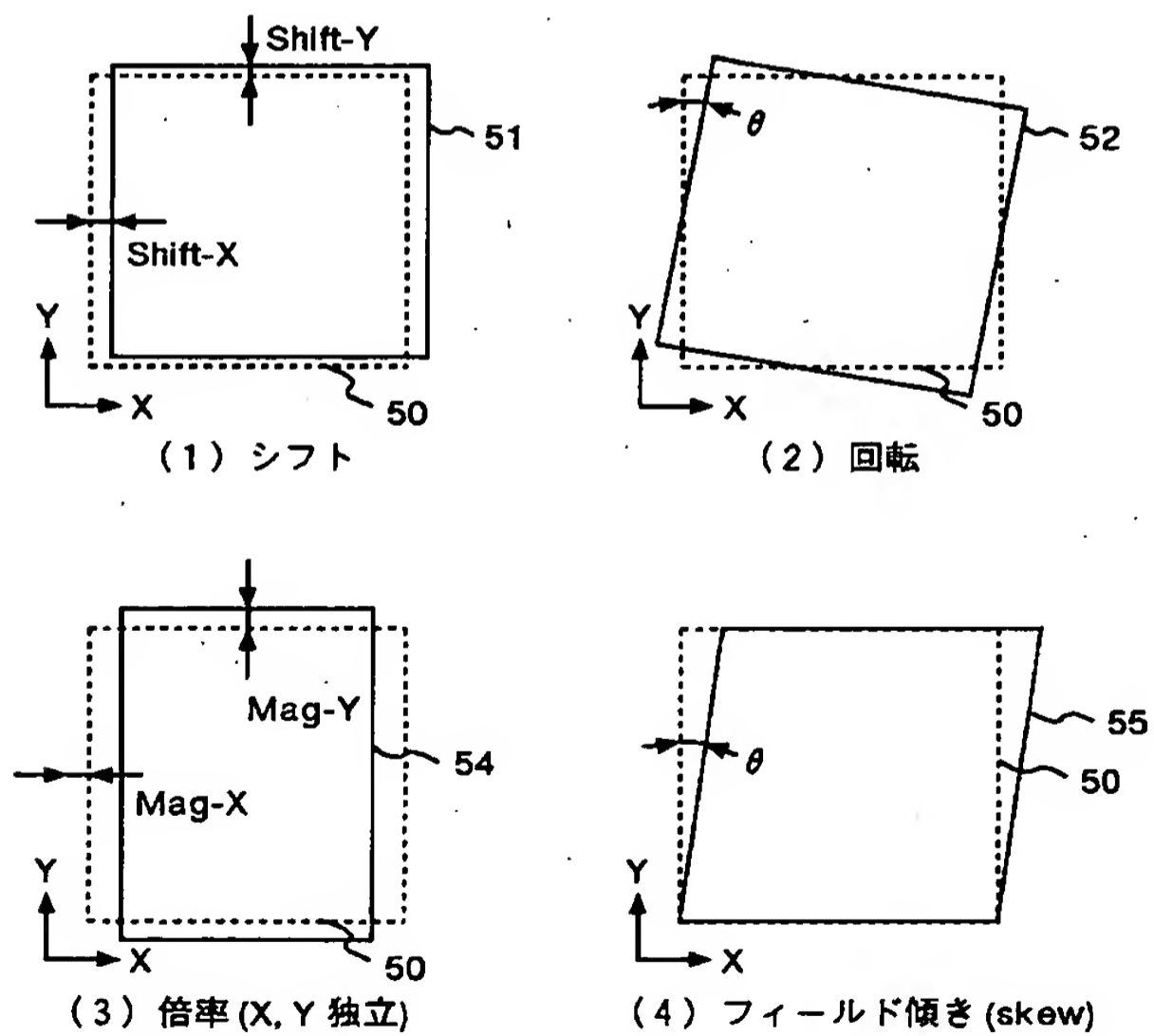
【図8】

図 8



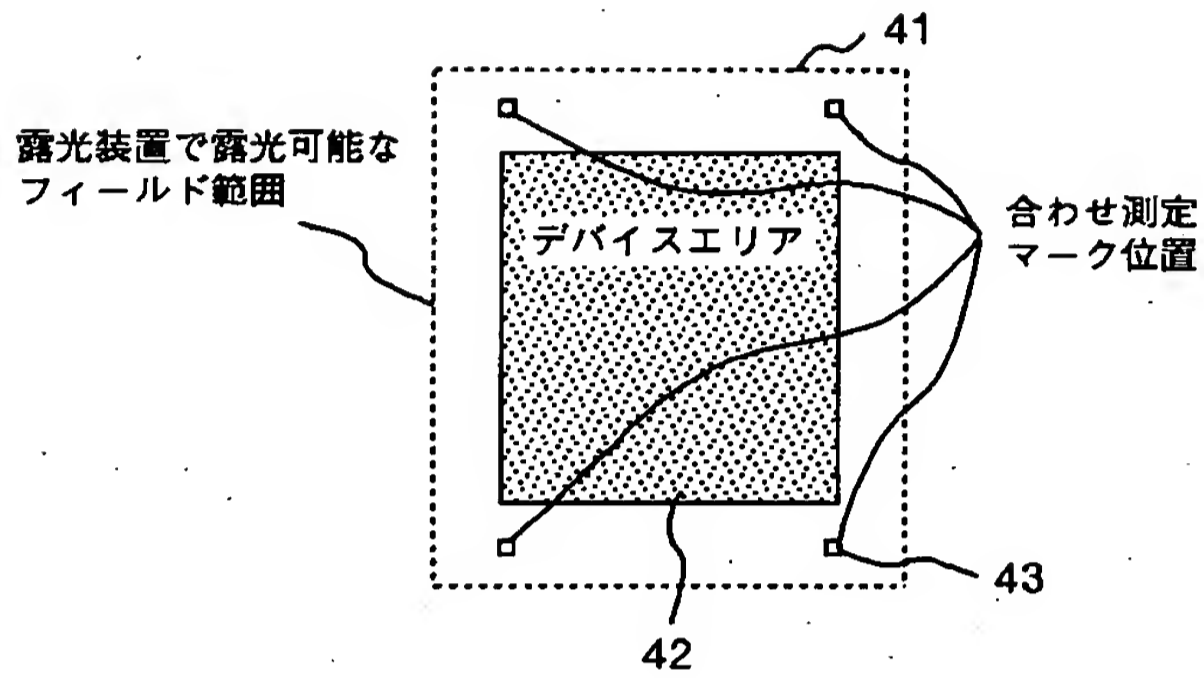
【図9】

図 9



【図 10】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

ミックス・アンド・マッチ露光を行う際、半導体デバイス製品の、特にデバイスエリアでの合わせ精度を向上させる半導体デバイスの製造方法およびそのシステムを提供することにある。

【解決手段】

本発明は、ミックス・アンド・マッチで用いる2つの露光装置の露光フィールド歪みのデータと、製品のデバイスエリアならびに合わせ測定マーク位置のデータとから、デバイスエリアでの露光歪みの2層間の差と、合わせ測定マークの位置での露光歪みの2層間の差をそれぞれ算出して、両者を関連付ける修正値を算出し、合わせ測定結果から算出される第1の露光条件補正値を上記修正値で修正して求められた、第2の露光条件補正値によって露光を実行する。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所